

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-266976

(43)Date of publication of application : 18.09.2002

(51)Int. Cl. F16H 25/22

(21)Application number : 2002-065424

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 10.12.1993

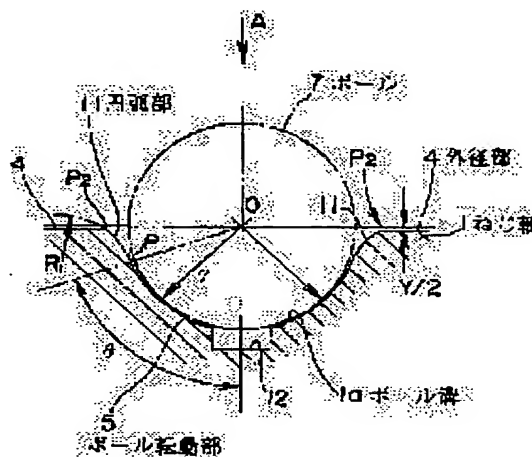
(72)Inventor : NINOMIYA MIZUHO

## (54) BALL GROOVE SHAPE OF BALL SCREW

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a ball groove shape capable of preventing damage on a ball groove even at high speed operation by improving the ball groove shape in a screw shaft of a ball screw.

**SOLUTION:** An outside diameter part 4 of the screw shaft 1 and a semicircular shaped ball rolling part 5 of the ball groove 1a are connected with an arc part 11. A radius of curvature R of the arc part 11 is equal to or more than half and equal to or lower than twice of the radius of the ball 7. The arc part 11 is continuously connected with a smooth curve line at least to the ball rolling part 5. The outside diameter of the screw shaft 1 is equal to or slightly smaller than a center circle diameter of the ball 7 engaged with the ball groove 1a provided on the outer diameter of the screw shaft 1. The difference is 10% or less of the diameter of the ball 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] withdrawal

[Date of final disposal for application] 25.07.2003

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-266976  
(P2002-266976A)

(43) 公開日 平成14年9月18日 (2002.9.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 H 25/22

識別記号

F I

F 1 6 H 25/22

テーマコード(参考)

M 3 J 0 6 2

C

D

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2002-65424(P2002-65424)

(62) 分割の表示 特願平5-310859の分割

(22) 出願日 平成5年12月10日 (1993.12.10)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 二宮 瑞穂

群馬県前橋市下川町39-4

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

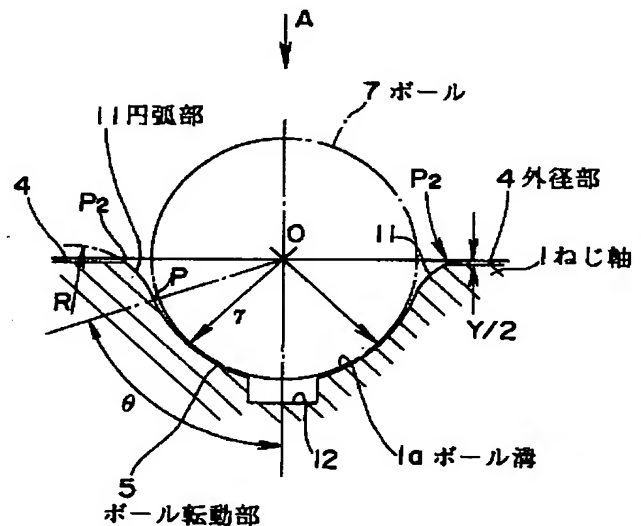
Fターム(参考) 3J062 AB22 AC07 BA17 CD06 CD07  
CD47

(54) 【発明の名称】 ボールねじのボール溝形状

(57) 【要約】

【課題】 ボールねじのねじ軸におけるボール溝形状を改良することにより、高速運転時でも上記ボール溝の損傷が発生しないボール溝形状を提供する。

【解決手段】 ねじ軸1の外径部4とボール溝1aのほぼ半円形のボール転動部5との間を円弧部11で連結するとともに、その円弧部11の曲率半径Rをボール7の半径の1/2以上で2倍以下とし、少なくともボール転動部5とは滑らかな曲線で連続的につなげた。なお、ねじ軸1の外径をねじ軸1の外径に設けたボール溝1aに嵌合するボール7の中心円径と等しいかまたはこれより僅かに小さく、その差をボール7の直径の10%以下とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボールねじのねじ軸のボール溝の溝直角断面形状において、前記ねじ軸の外径部と前記ボール溝のほぼ半円形のボール転動部との間を円弧部で連結するとともに、該円弧部の曲率半径を前記ボール溝を転動するボールの半径の $1/2$ 以上で2倍以下とし、少なくとも前記円弧部と前記ボール転動部とは滑らかに連続させたことを特徴とするボールねじのボール溝形状。

【請求項2】 前記ねじ軸の外径を該ねじ軸の外径に設けたボール溝に嵌合するボールの中心円径と等しいかまたはこれより僅かに小さく、その差を前記ボールの直径の10%以下とした請求項1記載のボールねじのボール溝形状。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボールねじのボール溝形状の改良に係り、特にボールねじの耐久性を向上させることが可能なボールねじ軸のボール溝形状に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のボールねじのねじ軸のボール溝の溝直角断面形状としては、例えば図5に示すようなものがある。これは、図6に示すような、ねじ軸1に多数のボールを介して螺合したナット2にボール循環チューブ3を設けたいわゆるチューブ式ボールねじにおいて、ねじ軸1のボール溝1aの溝直角断面形状を拡大して表したものであり、ねじ軸1に螺旋状に形成してあるボール溝1aは、ねじ軸の円筒状の外径部であるランド部4と半径rの円弧形状を有するボール転動部5との間（すなわちランド肩口部）が直線状傾斜面からなる面取部6で連結されている。

【0003】一般にボールねじの軸方向荷重に対する剛性を高めて位置精度を確保するためボールねじに予圧を与える。その手段として、例えば図7に示すようなものがある（米国特許第4177690）。これは、ねじ軸1のボール溝1aに対してナット2のボール溝2aのリードを僅かにシフトさせている。ボール7はこのシフトした両溝1a、2a内を転動した後、ボール循環チューブ3の掬い上げ端部3aに掬いあげられてボール循環チューブ3内に移り、再び両溝1a、2a内に戻される。前記従来例では、その際、前記の面取部6が両溝1a、2a内で予圧されているボール7を僅かに軸方向に逃がして上方への移動を助けることにより、ボール循環チューブの掬い上げ端部3aにおけるボール7の詰まりを防止すると共にボールがボール循環チューブ3内から再び両溝1a、2a内に戻される時のひっかかりを防止している。この従来例では、面取部6は、図5に示す角度 $\alpha$ が $30^\circ \sim 60^\circ$ の直線面取りとするのが良く、理想的には $45^\circ \sim 50^\circ$ に規制されていた。これにより、ねじ軸のボール溝1aの面取部6と円弧形状のボール転

動部5との交点P1は突起状になっている。

【0004】また、このような直線状の面取部6の代わりに、図8に示すように、円弧状面取部8としたものが知られている。この円弧状面取部8は、図9に示すような循環こま9を有するいわゆるこま（駒）循環式ボールねじに主として採用されている。このものは、ねじ軸1の円筒状の外径部（ランド部）4と半径rの円弧形状を有するボール転動部5との間を曲率半径Rの円弧状面取部8で連結したもので、両部4、5と面取部8とを各々ほぼ連続的に連結するためにその円弧の曲率半径Rの大きさはボール7の半径rの40%以下と小さくしてある。また、この場合のねじ軸のボール溝1aの円弧状面取部8と円弧形状のボール転動部5との交点P1も、図5に比べるとより鈍角ではあるが、やはり突起状になっている。

【0005】なお、図5の $Y1/2$ 及び図8の $Y2/2$ は、いずれもねじ軸1の外径とボール溝1a内のボール7の中心Oを通るボール中心円の径との差の $1/2$ を表し、従来のボール溝形状のもの場合は、 $Y1$ 、 $Y2$ ともボール7の直径の10%以上と比較的大きく設定されている。また、 $\theta$ は、ボール転動部5と直線状の面取部6との交点P1またはボール転動部5と円弧状面取部8との交点P1の位置を示す角度であり、一般的には $65 \sim 70^\circ$ 程度とされている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ボールねじが作動すると、ボール7は、ねじ軸のボール溝1aとこれに対向するナットのボール溝2aとからなる螺旋状の負荷ボール転動路内を転動し、ボール循環チューブ3や循環こま9などのボール循環部に掬いあげられて前記負荷ボール転動路を跨いで乗り越え、再び負荷ボール転動路に送り込まれる循環を繰り返す。その際のボール循環運動の軌跡にはある範囲でのバラツキが存在する。その軌跡のバラツキは、ボールねじの加工・組立誤差や作動速度その他の使用条件の違いにより必然的に存在するものであって、避けられないものである。

【0007】このボール循環運動の軌跡のバラツキのため、ボール循環部内のボール7は、図5または図8のP1点の近傍に衝突した後に負荷ボール転動路に送り込まれることが多い。しかしながら、図5、図8に示したような従来のボールねじのねじ軸のボール溝形状にあっては、P1点が突起状であるため（また、図8の場合は面取部8が円弧状ではあってもその曲率半径が小さいこともあって）、これらの点もしくはその近傍にボール7が衝突した場合の応力が大きい。特に、最近のボールねじでは運転の高速化に伴って衝撃力が増大し、ボールねじ軸のランド肩口であるP1点近傍の損傷が生じて、要求寿命を満足できるボールねじを提供する上で一つの問題となっていた。

【0008】そこで本発明は、上記従来の問題点に着目

してなされたものであり、ボールねじのねじ軸におけるボール溝形状を改良することにより、高速運転時でも上記ボール溝の損傷が発生せず要求寿命を満足できるボールねじを提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明は、ボールねじのねじ軸のボール溝の溝直角断面形状において、前記ねじ軸の外径部と前記ボール溝のほぼ半円形のボール転動部との間を円弧部で連結するとともに、該円弧部の曲率半径を前記ボール溝を転動するボールの半径の $1/2$ 以上で2倍以下とし、少なくとも前記円弧部と前記ボール転動部とは滑らかに連続させたことを特徴とするものである。

【0010】ここで、前記ねじ軸の外径を該ねじ軸の外径に設けたボール溝に嵌合するボールの中心円径と等しいかまたはこれより僅かに小さく、その差を前記ボールの直径の10%以下とすることができる。

#### 【0011】

【作用】ボールねじのねじ軸のランド肩口を円弧状にしてその曲率半径をボールの半径の $1/2 \sim 2$ 倍と大きくとりボール転動部の円弧面に連続して滑らかに接続することにより、従来のP1点のような突起状の接続にはならない。これにより、ボールの衝突の衝撃力が作用しても応力集中が緩和されるから、高速運転してもランド肩口の損傷が生じない。

【0012】また、ねじ軸の外径を、該ねじ軸の外径に設けたボール溝に嵌合するボールの中心円径と等しいかまたはこれより僅かに小さく、その差をボールの直径の10%以下とすることによって、円弧部の曲率半径を大きくしても円弧部とランド部との交点P2へのボールの衝突を防ぐことができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。この実施例は、ねじ軸径40mm、リード25mm、ボール径7.1438mmのチューブ式ボールねじに対して適用したものである。図1は、そのねじ軸1のボール溝1aの溝直角断面形状を表している。ねじ軸1の外径部（ランド部）4とボール溝1aのほぼ半円形のボール転動部5との間を円弧状に面取りした円弧部11で連結している。その円弧部11の曲率半径Rは、この実施例ではボール7の半径 $r=3.57\text{mm}$ とほぼ等しくしてあり、ボール転動部5の曲線とP点において滑らかに連続してつながれている。なお、ボール転動部5の溝底部には、研削加工時の逃げ部12が形成してある。

【0014】円弧部11の上部は、ねじ軸1の外径をなすランド部4に連結して突起状の交点であるP2点を形成している。また、この実施例では、ねじ軸1のボール溝1a内にあるボール7の中心Oを通るボール中心円径と、ねじ軸1の外径との差であるYの大きさは、ボール

7の直径の10%より小さくしてある。ボール衝突の衝撃による応力集中を低減するには、円弧部11の曲率半径Rはできるだけ大きく取ることが望ましい。が、反面で曲率半径Rが大きくなる程、円弧部11とランド部4との交点P2の位置が溝中心に近づくとともにその形状が鋭い突起状になってくる。そして、曲率半径Rが限度を越えて過大になると、P2点近傍へのボール衝突の機会がますます同時に衝突時の応力集中も増大して、ランド部肩口の損傷の危険性が増す。そこで、円弧部11の曲率半径Rの大きさに上限を設けてその危険性を回避する必要がある。

【0015】本発明者は、ボール7がボールねじのボール循環チューブ内を通過してねじ軸1のボール溝1aに向かって送りこまれる時の、ボール7がボール溝1aの面と最初に衝突する位置をプロットし、得られる線図を解析して、円弧部11の曲率半径Rの上限を規定することとした。図2ないし図4は、上記ボール衝突位置を連続的にプロットした結果を図1の上から矢符号Aのように見下ろした場合の線図である。各図において、最も上にある点E1の高さにボール中心位置がきたとき、ボールはE1の真下に示した点E2でボール溝1aの面と衝突することを示している。

【0016】図2は、ボールがボール溝1aに送りこまれる軌跡が理想的でかつバラツキがないと仮定した場合である。この場合には、ボールが円弧部11の曲率半径Rの大きさには無関係にボール転動部5にのみ衝突する。したがって円弧部11の曲率半径Rの上限は問題にならない。しかし実際の場合は、ボールねじの加工・組立誤差や運転速度等の使用条件により、ボールの軌跡はある範囲で必然的にバラツキが出る。図3、図4は、ボールねじの寸法精度や実験結果から推定されるボール軌跡の偏りを考慮したときの解析結果を示したものである。

【0017】図3は、図1に示す本実施例のボール溝形状の場合で、ボールがボール溝1aの面と衝突するE2点は円弧部11内にある。その円弧部11の曲率半径Rはボール半径とほぼ等しい大きさに形成されているため、そこから損傷が発生する可能性は極めて小さい。更に円弧部11の曲率半径Rを大きくすると、ボール衝突位置は円弧部11とねじ軸外径部（ランド部）4との突起状の境界線Lに近づく。そして曲率半径Rが所定値を越えると、その境界線Lにボールが衝突してランド部肩口損傷を招く危険が生じる。本発明者は、上記の解析を、円弧部11の曲率半径Rを種々変えたものについて行い、その結果に基づいてボールが円弧部11とランド部4との境界線Lに衝突しないような円弧部11の曲率半径Rの上限値を求めることができた。その値はボールの半径の2倍以下とすれば良い。

【0018】一方、円弧部11の曲率半径Rがボールの半径の $1/2$ 未満の場合は、その円弧部11にボール衝

突による損傷が発生することが認められた。図4は、図5に示した従来のボール溝形状の場合（ランド肩口部が傾斜面からなる面取部6で連結されているもの）を参考に示したものである。この場合、ボールがボール溝1aの面と衝突するE2点が、ボール転動部5と面取部6との境界線上にあり、その境界線は突起状になっているため、そこから損傷が発生することが認められた。

【0019】また、ねじ軸1のYの大きさ（ボール溝1a内にあるボール7の中心Oを通るボール中心円径と、ねじ軸1の外径との差となる）を、0またはボール直径の10%未満と小さくする、すなわちねじ軸1の外径をボール中心円径に対して相対的に大きくするボール溝形状にあっては、円弧部11の曲率半径Rをより大きくとっても円弧部11とランド部4との境界線L上へのボール衝突を防ぐことができるから、衝突時の応力集中をさらに緩和することが可能である。

【0020】なお、上記実施例は、チューブ循環式ボールねじの場合を説明したが、その他のこま循環方式のボールねじにたいしても、同様に本発明を適用することができる。

【0021】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、ボールねじのねじ軸のボール溝の溝直角断面形状において、ねじ軸の外径部とボール溝のほぼ半円形のボール転動部との間を円弧部で連結するとともに、その円弧部の曲率半径を前記ボール溝を転動するボールの半径の $1/2$ 以上2倍以下とし、少なくともボール転動部とは滑らかに連続させたものとした。これにより、上記円弧部近傍にボールの衝突の衝撃力が作用しても応力集中が緩和されて、高速運転でもねじ軸のランド肩口の損傷が防止でき、また、ねじ軸の外径を該ねじ軸の外径に設け

たボール溝に嵌合するボールの中心円径と等しいかまたはこれより僅かに小さく、その差を前記ボールの直径の10%以下としたものにあつては、円弧部の曲率半径を大きくしても円弧部とランド部との交点へのボールの衝突を防ぐことができるため、ボールねじの長寿命化が達成できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のねじ軸のボール溝の直角断面図である。

【図2】図1のA矢視で示すボール溝へのボール衝突位置の連続プロット図で、ボール運動軌跡が理想的な場合である。

【図3】同じく図1のボール溝へのボール衝突位置の連続プロット図で、ボール運動軌跡が現実的な場合である。

【図4】従来のボールねじにおけるボール溝へのボール衝突位置の連続プロット図で、ボール運動軌跡が現実的な場合である。

【図5】従来のねじ軸のボール溝の直角断面図である。

【図6】チューブ式ボールねじの外形平面図である。

【図7】図6のVII-VII線断面図である。

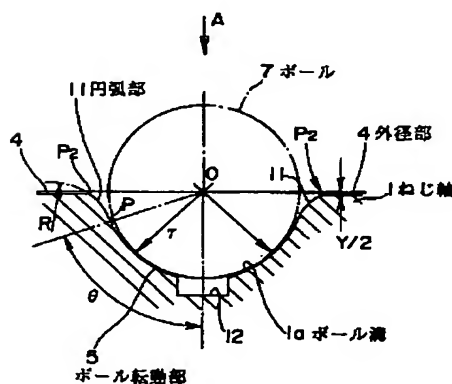
【図8】従来の他のねじ軸のボール溝の直角断面図である。

【図9】こま循環式ボールねじの外形平面図である。

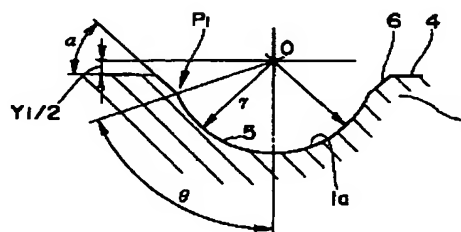
【符号の説明】

- 1 ねじ軸
- 1a ボール溝
- 4 外径部（ランド）
- 5 ボール転動部
- 7 ボール
- 11 円弧部

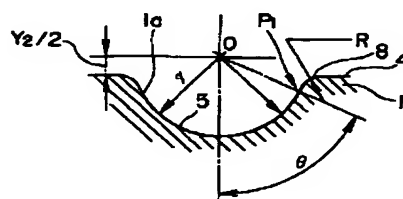
【図1】



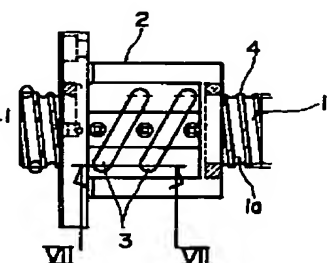
【図5】



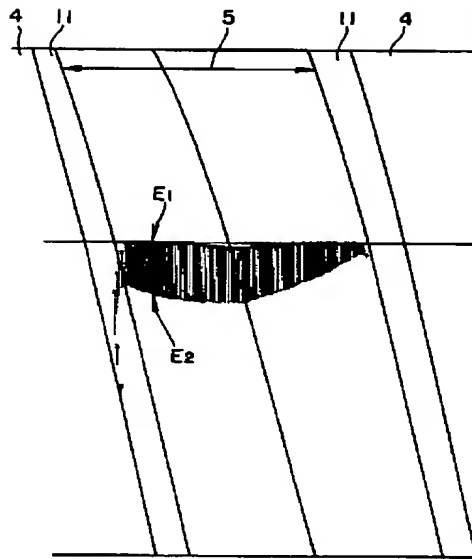
【図8】



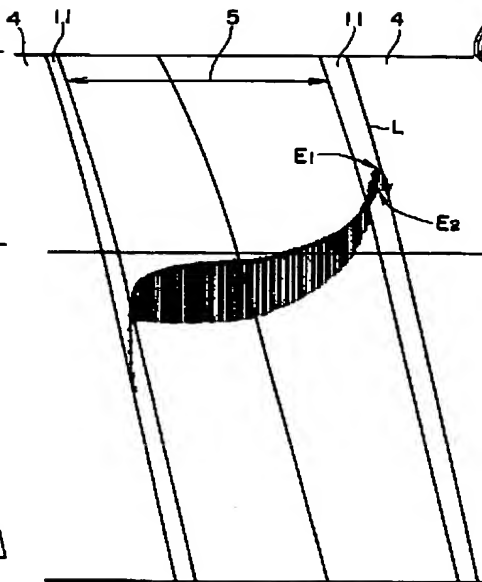
【図6】



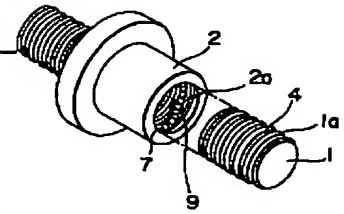
【図2】



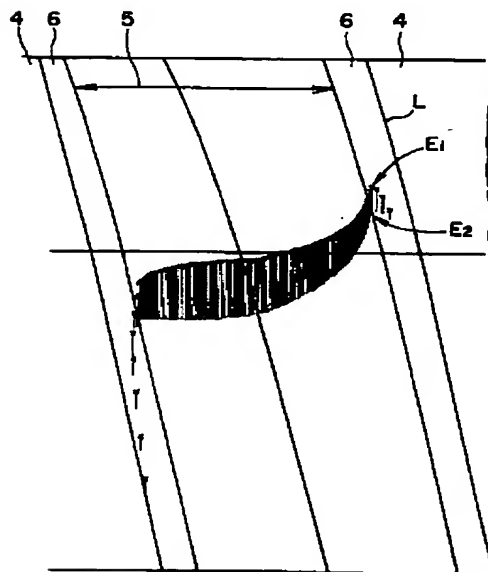
【図3】



【図9】



【図4】



【図7】

